

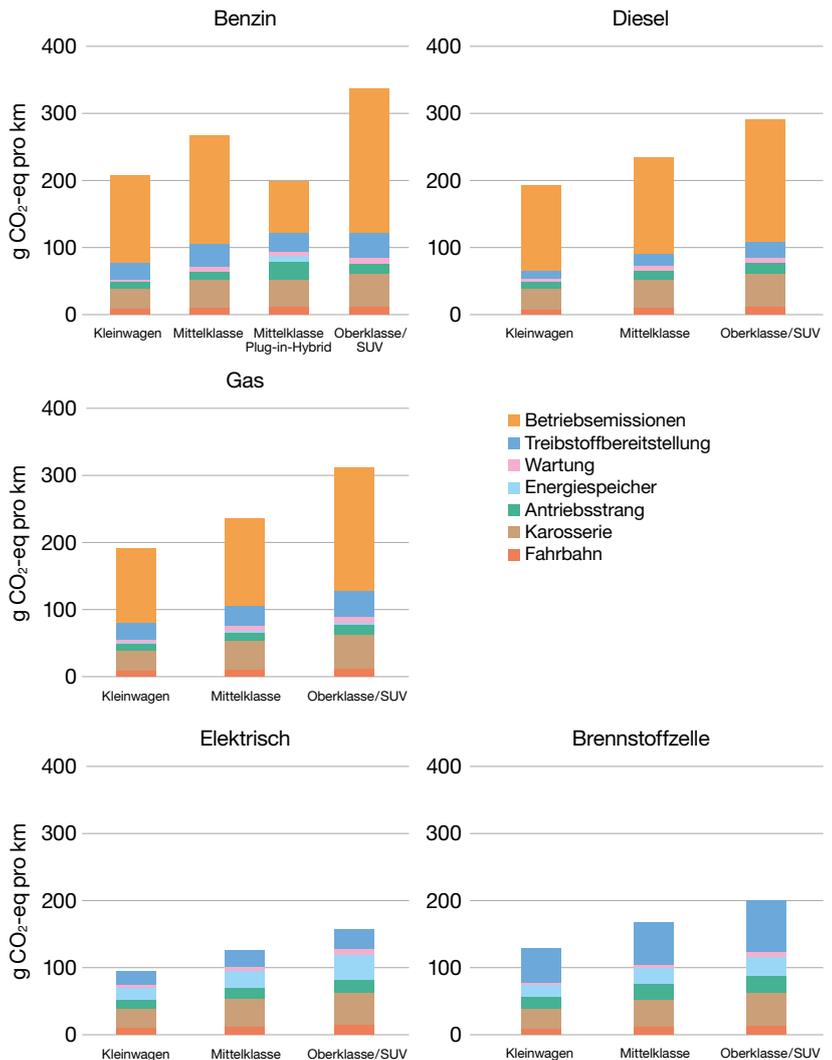
# Sind alternative Antriebe klimafreundlicher?

Sollen vermehrt strom- und wasserstoffbetriebene Fahrzeuge zum Klimaschutz beschafft werden? Aktuelle Ergebnisse einer Umweltbilanz im Auftrag von Stadt und Kanton zeigen, welche Antriebsarten in der Gesamtbilanz am klimafreundlichsten sind.

Thomas Stoiber  
Abteilung Luft, Klima und Strahlung  
Sektion Klima und Mobilität  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft  
Telefon 043 259 43 55  
thomas.stoiber@bd.zh.ch  
www.zh.ch/klima

Peter Hofmann  
Umwelt- und Gesundheitsschutz Stadt Zürich  
Telefon 044 412 28 50  
peter.hofmann@zuerich.ch

## Treibhausgasbilanz Personenwagen



In der Schweiz sind die Emissionen batterieelektrischer Fahrzeuge bereits heute nur halb so hoch wie die von vergleichbaren Benzin- oder Dieselfahrzeugen.  
Quelle: INFRAS, PSI, Quantis (2020): Umweltauswirkungen von Fahrzeugen im urbanen Kontext.

## Themenschwerpunkt: Aktivitäten zum Klimawandel

Der Klimawandel ist eine der grössten Herausforderungen unserer Zeit. Von Seite 5 bis 46 widmet sich diese Ausgabe daher den aktuellen Aktivitäten von Kanton und Gemeinden im Klimaschutz und bei der Anpassung an den Klimawandel.

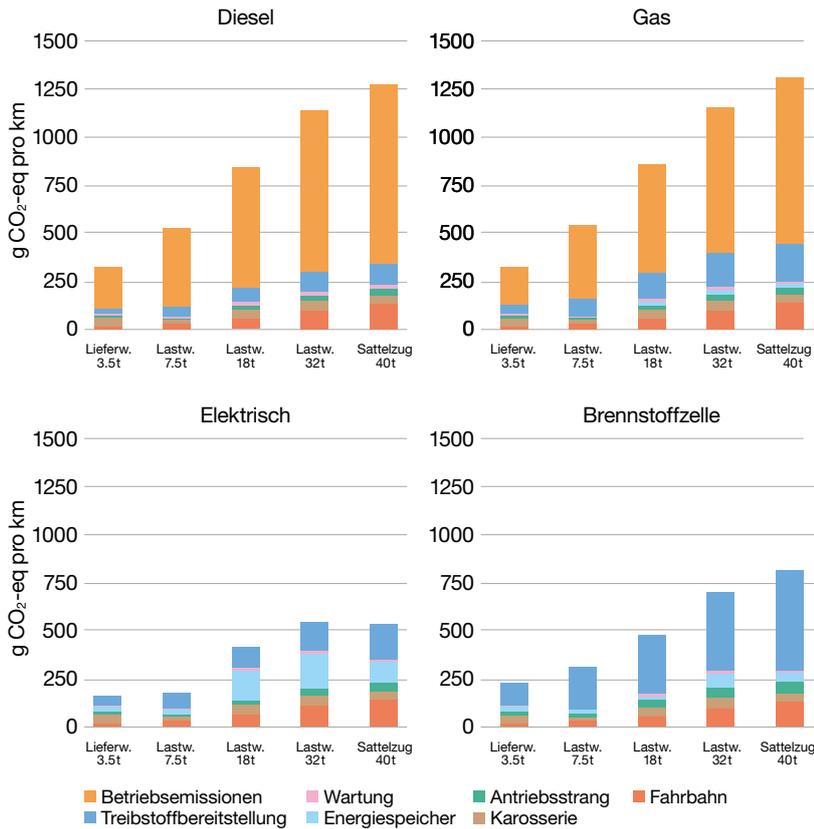
Die zahlreichen publizierten Studien machen oft kontroverse Aussagen zur Umweltfreundlichkeit von Elektrofahrzeugen und den weiteren alternativen Antrieben. Die Beurteilungen gehen jeweils über die reine Betriebsphase hinaus. Je nach betrachteten Systemgrenzen können die Ergebnisse zwischen den Studien zum Teil stark variieren. Nun liegt erstmals eine Ökobilanz speziell für die Stadt Zürich und den Kanton Zürich vor, die der Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie das Tiefbauamt der Stadt und das kantonale Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft in Auftrag gegeben haben. Die Ökobilanz macht einen Vergleich der Umweltwirkungen unterschiedlicher Verkehrsmittel, Fahrzeugtypen und Antriebsformen möglich. Der vorliegende Artikel fokussiert auf die Treibhausgasemissionen heute verfügbarer Antriebe von Personenwagen, Lieferwagen und Lastwagen.

## Herstellung bis Entsorgung

In der Ökobilanz wurden alle für die Treibhausgasemissionen relevanten Prozesse berücksichtigt und pro zurückgelegtem Fahrzeugkilometer ausgewiesen. Hierzu gehören, wie in den Grafiken ausgewiesen:

- Fahrbahn: Emissionen durch Herstellung und Unterhalt der Strassen
- Antriebsstrang: Die in den Antriebskomponenten wie Motoren, Brennstoffzellen, Getriebe usw. gebundenen Emissionen
- Karosserie: In nicht antriebspezifischen Fahrzeugteilen gebundene Emissionen, wie Karosserie, Reifen usw.
- Energiespeicher: In den erforderlichen Energiespeichern gebundene Emissionen, wie Batterie, Wasserstofftank oder Treibstofftank usw.
- Wartung: Wartungsbedingte Emissionen wie Ersatz von Reifen oder Bremsen, Ölwechsel usw.
- Betriebsemissionen: Direkte Emissionen

### Treibhausgasbilanz Liefer- und Lastwagen



Elektrisch betriebene Fahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge haben eine deutlich bessere Treibhausgasbilanz als konventionelle Liefer- und Lastwagen.

Quelle: INFRAS, PSI, QUANTIS (2020): Umweltauswirkungen von Fahrzeugen im urbanen Kontext.

onen, die aus der Verbrennung von Treibstoffen (Benzin, Diesel, Gas) stammen

- Treibstoffbereitstellung: Verursachte Emissionen durch die Herstellung und den Transport der Endenergie (Strom, Benzin, Diesel, Gas, Wasserstoff), die das Fahrzeug benötigt

Die Studie macht Aussagen zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, zu batterieelektrischen und Brennstoffzellenfahrzeugen sowie Plug-in-Hybriden. Die Palette der Treibstoffe reicht von Benzin, Diesel und Erdgas über Biome than bis hin zu Strom und Wasserstoff. Nachfolgend dargestellt sind jeweils Standardwerte, Abweichungen aufgrund besonderer Rahmenbedingungen sind möglich. Bei den Treibstoffen Diesel, Benzin und Gas sind keine Anteile von Biotreibstoffen berücksichtigt.

#### Personenwagen: Elektrische Antriebe klar im Vorteil

Die Ergebnisse für Personenwagen zeigen, dass mit einer Elektrifizierung der Fahrzeuge eine substanzielle Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht wird. Sofern die Stromversorgung grösstenteils auf CO<sub>2</sub>-armem Strom basiert – wie in der Schweiz schon weit-

gehend Realität –, sind die Emissionen von batterieelektrischen Fahrzeugen bereits heute nur halb so hoch wie diejenigen von Benzin- oder Dieselfahrzeugen.

Auch gegenüber Plug-in-Hybridfahrzeugen und Gasfahrzeugen verursachen sie klar weniger Treibhausgase. Bei mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos ist der Vorsprung etwas kleiner, da die Effizienz des Antriebs und der Wasserstoffproduktion geringer ist. Vergleicht man die unterschiedlichen Fahrzeuggrössen, reduzieren sich die Emissionen vom Oberklassefahrzeug oder SUV zum Kleinwagen bei den Verbrennungsmotoren um rund einen Drittel und beim Elektrofahrzeug um fast die Hälfte. Ein grosses Elektrofahrzeug stösst immer noch ein Viertel weniger Treibhausgase aus als ein mit Benzin betriebener Kleinwagen.

Die für die Nutzenden entstehenden Gesamtkosten der verschiedenen Fahrzeuge sind über den Lebenszyklus bereits heute recht ähnlich – eine Ausnahme stellen Brennstoffzellenautos dar, welche noch vergleichsweise teurer sind.

#### Liefer- und Lastwagen: alternativ besser als konventionell

Bei Lieferwagen und Lastwagen ergibt sich im Grundsatz ein ähnliches Bild. Elektrisch betriebene Fahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge weisen eine deutlich günstigere Treibhausgasbilanz auf als Antriebe mit Verbrennungsmotor. Bei grösseren Lastwagen ab rund 18 Tonnen fällt jedoch bei batterieelektrischen Fahrzeugen auf, dass der Energiespeicher, also die Batterie, einen hohen Anteil an den Treibhausgasen ausmacht. Grund dafür ist, dass Batterien bei hoher Transportlast entsprechend gross dimensioniert werden müssen, um praxistaugliche Reichweiten zu ermöglichen. Die Gesamtkosten von elektrisch angetriebenen Lastwagen und Brennstoffzellen-Lastwagen sind heute allerdings noch höher als jene von konventionellen Lastwagen. Zum heutigen Zeitpunkt sind nur wenige Lastwagen mit Elektro- oder Brennstoffzellenantrieb verfügbar.

#### Dank E-Autos die Klimaziele erreichen?

Zur Erreichung des Klimaschutzziels «netto null bis 2050» muss der motorisierte Strassenverkehr komplett von fossilen Treibstoffen wegkommen. Die Analyse zeigt, dass alternative Antriebssysteme und besonders Elektrofahrzeuge geeignete Technologien darstellen, um schnell eine Reduktion der Treibhausgasemissionen zu erreichen. Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung. Elektroautos werden nicht alle Umweltprobleme des Verkehrssektors lösen. In einer der nächsten ZUP-Ausgaben werden alle Umweltauswirkungen, beispielsweise auch Luftschadstoffe oder Rohstoffverbrauch, der hier dargestellten Fahrzeuge betrachtet und ein Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln wie Velos, E-Bikes, E-Cargo-Velos sowie Bus und Tram vorgenommen.

#### CO<sub>2</sub>-Äquivalente

Als Mass für die Treibhausgasemissionen werden in den Abbildungen «Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente» (g CO<sub>2</sub>-eq) verwendet. Neben dem Treibhausgas CO<sub>2</sub> werden auch weitere Treibhausgase wie Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) gemäss ihrer Klimawirksamkeit berücksichtigt. Im Verkehr ist CO<sub>2</sub> jedoch mengenmässig das relevanteste Treibhausgas.